

УДК 378.016:51:004

О.В. ТИМОХОВИЧ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИМ И КОМПЬЮТЕРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Характерной чертой нашего времени является широкое использование математических методов для решения практических задач и проведения научных исследований по различным специальностям как естественного, так и гуманитарного профиля. Другая доминирующая тенденция современной жизни – глубокое проникновение компьютеров и информационных технологий во все сферы профессиональной деятельности. Эта ситуация находит свое отражение в университетском образовании. На всех факультетах Белорусского государственного университета преподают как общий курс основ информатики, так и курсы, связанные с использованием компьютерных технологий в соответствующей специальности. Кроме того, в учебные планы всех факультетов входит как минимум односеместровый курс основ высшей математики. К сожалению, изучение математических и компьютерных дисциплин часто происходит обособленно и независимо друг от друга. Между тем не вызывает сомнений глубокая взаимосвязь математики и информатики. С одной стороны, использование компьютеров в образовании влияет на формирование математической культуры студентов. С другой стороны, для повышения компьютерной грамотности и эффективного применения информационных технологий студентам необходимы такие умения, как содержательное знание математической терминологии с целью корректной постановки задачи, поручаемой компьютеру, способность проконтролировать правильность промежуточных результатов, а также проанализировать возможность практического применения окончательного результата. Приобретению этих умений в значительной степени способствует решение на компьютерах задач математического содержания и построение математических моделей, реализуемых с помощью средств компьютеризации. Из вышесказанного следует, что обучение математическим и компьютерным дисциплинам имеет смысл осуществлять с позиций интегративной методологии. Под “интеграцией”, следуя М.А. Холодной [1, с. 358], будем понимать состояние связности отдельных дифференцированных элементов в целом, а также процесс, ведущий к такому состоянию. Интеграция характеризуется упорядочиванием и соорганизацией отдельных элементов в некоторое целостное образование с появлением у последнего качественно новых (системных) свойств. Говоря об интегрированном обучении, будем иметь в виду содержательно и структурно скоординированное преподавание различных дисциплин, направленное на выявление их межпредметных связей, а также специфических свойств изучаемых объектов, порождаемых интегративным процессом. Применение концепции интегрированного обучения математическим и компьютерным дисциплинам (под “концепцией”, согласно одному из философских энциклопедических словарей, будем понимать ведущий замысел, определенный способ понимания и трактовки какого-либо явления) позволяет повысить качество университетского образования. Ниже будут рассмотрены методологические особенности практической реализации данной концепции преподавателями кафедры общей математики и информатики БГУ на естественных и гуманитарных факультетах.

В настоящее время математическая подготовка студентов нематематического профиля обладает рядом существенных недостатков, среди которых можно выделить следующие:

- неоправданная формализация математических знаний, делающая их труднодоступными для студентов с гуманитарным стилем мышления;
- слабые умения в использовании математического аппарата при изучении специальных дисциплин с применением компьютерных средств;
- низкий уровень навыков математического самообразования, обусловленный изъянами преподавания математики в средней школе.

Средством преодоления этих недостатков профессор В.Г. Скатецкий считает профессиональную направленность преподавания математики на факультетах нематематического профиля – “целостную динамическую структуру, которая состоит из методических принципов изложения курса математики и позволяет студентам с помощью современных форм и средств обучения овладевать содержанием этого курса для решения задач, соответствующих данной специальности” [2, с. 9]. В первую очередь реализация профессиональной направленности преподавания математики актуальна для естественных факультетов, поскольку их выпускникам в будущей профессиональной деятельности могут потребоваться знания таких разделов, как математический анализ, дифференциальные уравнения, линейная алгебра, аналитическая геометрия, теория вероятностей и математическая статистика. Выделим основные элементы системы математического образования на естественных факультетах, которые обеспечивают решение задачи преподавания математики как самостоятельной учебной дисциплины и как дисциплины, необходимой для изучения специальных предметов.

1. Полнота, структура, строгость и внутренняя логика курса математики. Говоря о строгости изложения материала, следует иметь в виду, что в курсах математики, читаемых студентам нематематических специальностей, все доказать невозможно. Необходимо, однако, соблюдать дифференциацию между доказательством и интерпретацией, идеей доказательства, частным случаем и т.п. Не следует допускать ситуации, когда доказательство подменяется правдоподобным рассуждением.

2. Отбор таких математических объектов, без знания которых невозможно изучать специальные дисциплины, выделение особых характеристик этих объектов и такое их толкование, которое используется в силу сложившейся традиции в соответствующей специальности.

3. Включение в общий курс математики прикладных задач, соответствующих данной специальности, и построение математических моделей.

4. Создание учебных пособий, отвечающих данной специальности и содержащих новационные приемы по применению современных обучающих технологий.

5. Решение задач прикладного содержания с использованием компьютерных средств на завершающем этапе изучения математической дисциплины.

Рассмотрим теперь, как описанная концепция реализуется на практике в ходе обучения дисциплинам математического цикла студентов химических специальностей. К предметам математического цикла на химическом факультете БГУ относятся: высшая математика (1-3 семестры), информатика и программирование (1-2 семестры), математическое моделирование химических процессов (3 семестр). Интегрированное обучение по этим дисциплинам позволяет показать студентам, как математика и компьютерные технологии применяются при решении прикладных задач. Для достижения этой цели преподавателями кафедры общей математики и информатики БГУ используются следующие методические средства:

- издан курс лекций по высшей математике для студентов химических специальностей, включающий большое количество примеров физико-хими-

ческого содержания, в том числе математических моделей химических процессов;

- издан сборник индивидуальных заданий по высшей математике для студентов химического факультета, стимулирующий самостоятельную работу студентов и позволяющий им лучше ориентироваться в выборе содержательного материала при изучении курса математики;
- в соавторстве с преподавателями химического факультета издано учебное пособие, содержащее обоснование, построение и исследование математических моделей ряда химических процессов, в котором подробно описывается необходимый математический аппарат и используемые программные средства;
- практические занятия по математике и информатике проводят одни и те же преподаватели;
- все темы курса высшей математики, связанные с приближенными вычислениями, рассматриваются на практических занятиях по информатике;
- в курсе информатики основное внимание уделяется использованию Excel, VBA и пакета Mathematica для решения задач математического содержания;
- курс математического моделирования химических процессов реализуется на компьютерах и ярко демонстрирует тесные межпредметные связи математики, информатики и химии.

Кратко опишем некоторые прикладные задачи, решаемые студентами на практических занятиях по курсу математического моделирования химических процессов, и соответствующие математические модели.

1. Задача об определении концентраций компонент при сенсорном исследовании смеси веществ. Математической моделью данной задачи является система линейных алгебраических уравнений.

2. Исследование pH растворов слабых кислот. Математической моделью этой задачи является нелинейное уравнение.

3. Задача на анализ данных электронной микроскопии. Решение данной задачи сводится к вычислению несобственного интеграла.

4. Задача на определение состава гидросольвата. Для решения этой задачи строится линейная регрессионная модель, параметры которой определяются по методу наименьших квадратов.

5. Исследование изменения концентраций веществ в случае последовательных реакций первого порядка. Математической моделью рассматриваемой задачи является задача Коши для системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка.

На практических занятиях студенты исследуют описанные математические модели как при помощи MS Excel с использованием программирования на VBA, так и применяя более мощный пакет Mathematica. Большое внимание уделяется не только грамотному использованию компьютерных технологий, но и анализу полученных результатов. Сравнение различных методов решения позволяет студентам глубже разобраться в математической и компьютерной стороне вопроса, а оценка правильности полученных численных значений дает возможность судить об адекватности математической модели рассматриваемой химической задаче.

Прежде чем вести речь об интегрированном обучении математике и информатике студентов-гуманитариев, остановимся на предмете курса высшей математики для гуманитарных специальностей и существенных особенностях преподавания математики на гуманитарных факультетах. В настоящее время математические идеи и методы находят применение в лингвистике, социологии, психологии, юриспруденции, в исторических исследованиях и других гуманитарных

дисциплинах. В первую очередь речь идет об использовании элементов теории вероятностей и математической статистики. Не вызывает сомнения, что именно эта дисциплина должна стать ядром курса высшей математики для гуманитарных факультетов, тогда как основы дифференциального и интегрального исчисления отойдут на второй план либо вообще исчезнут из курса для некоторых гуманитарных специальностей. В то же время следует иметь в виду, что основной целью курса математики для гуманитариев является не подготовка будущих математиков или статистиков, а пополнение тех недостающих звеньев в системе гуманитарного образования, понимаемого в широком смысле слова, какие может дать только математика, формирование у студентов определенной математической культуры. Поэтому в отличие от естественных факультетов для гуманитариев профессиональная направленность преподавания математики не должна играть доминирующую роль. Студент, освоивший курс, сможет применить некоторые методы комбинаторики, вероятности и математической статистики по своей специальности, однако будет делать это неосознанно, смутно представляя математическое содержание своих действий. Поэтому «прежде чем приступать к изучению методов математической статистики, следует дать студентам ясное представление о содержательном математическом рассуждении, привить им специфические черты рационалистического типа мышления, полезные каждому гуманитария, – аргументированность, критичность, экономичность мышления. Эти цели могут быть достигнуты при рассмотрении элементов теории множеств и отображений – языка современной математики» [3, с. 391]. Далее естественным будет переход к изучению основ комбинаторики – слабо формализованного раздела математики, вызывающего неизменный интерес у студентов. Лишь затем следует приступать к изложению основ теории вероятностей и математической статистики, рассчитывая на то, что предварительная подготовка почвы будет способствовать осознанному усвоению студентами важнейших тем курса. Методика изложения учебного материала гуманитариям также имеет свои особенности. Не предполагая наличия у студентов выраженных математических способностей, при проведении доказательств следует в первую очередь обращаться к интуитивным, «житейским» представлениям и описательно-наглядным рассуждениям, а уж затем к строгой математической логике. Преодолеть пропасть между математикой и людьми гуманитарного склада ума позволяет включение в курс высшей математики объектов и примеров, относящихся к данной гуманитарной специальности и поддающихся эффективному описанию с помощью математических терминов и моделей. Таким образом, выделим следующие существенные особенности преподавания математики гуманитариям:

- в содержании курса дискретная математика превалирует над непрерывной, ядром курса является теория вероятностей и математическая статистика;
- курс высшей математики ориентирован не столько на прикладное применение студентами полученных знаний, сколько на достижение ими понимания концептуальных моментов, выработку умения видеть математические понятия и осознавать действие математических законов в реальном мире;
- при проведении доказательств интуитивно-наглядный подход должен иметь приоритет над логической строгостью;
- необходимо включать в курс лекций большое количество примеров по специализации данного факультета.

Главной трудностью, с которой приходится сталкиваться преподавателям математики на гуманитарных факультетах, является предубеждение и сопротивление аудитории. Одной из точек соприкосновения между математическим и

гуманитарным мышлением может стать грамотное использование информационных технологий. В самом деле, большинство первокурсников давно знакомы с компьютером и с трудом представляют свою жизнь без него. С другой стороны, компьютерная грамотность студентов оставляет желать лучшего, а использование компьютеров в образовательном процессе ограничивается поиском учебной информации. Между тем, при условии методологически правильного применения компьютер может и должен стать инструментом познания, развивающим умственные способности студентов. Наиболее распространенные затруднения, связанные с использованием компьютеров в качестве инструментов познания при решении различных задач, сводятся к тому, что «первокурсники не умеют:

- отличать то, что они понимают, от того, чего не понимают, стереотипно воспринимая новую информацию;
- логически четко мыслить, отличая истинное рассуждение от ложного, и отделять главное от второстепенного;
- вести аргументированный диалог, плохо формулируя свои вопросы и ответы, затрудняясь в многовариантных ответах» [4, с. 32].

Для преодоления этих трудностей необходима докомпьютерная логическая и математическая подготовка. Другими словами, изучение математики способствует повышению компьютерной грамотности учащихся, а преподавателям нужно донести этот факт до студентов в наиболее наглядной форме. Со своей стороны, пакет статистического анализа MS Excel готов взять на себя технические трудности решения задач математической статистики, отпугивающие студентов-гуманитариев. Было бы, однако, неправильно ограничивать компьютерную поддержку университетского математического образования на гуманитарных факультетах лишь эксплуатацией вычислительных возможностей компьютера. С.А. Барвенков описывает методику, примененную им в ходе преподавания курса основ высшей математики на юридическом факультете БГУ [5, с. 36]. Зачет по теории вероятностей и математической статистике был организован как компьютерный тест, задания для которого составляли сами студенты в течение семестра. Таким образом, за счет повышения мотивации студентов при изучении математики и расширения возможностей для тренировки и самоконтроля, удалось добиться существенного улучшения успеваемости и общего отношения студентов к математике.

Итак, для успешного применения методики интегрированного обучения математическим и компьютерным дисциплинам студентов гуманитарных факультетов необходимо:

- осознать глубокую взаимосвязь математики и информатики и рассматривать информатику как предмет математического цикла;
- эффективно использовать возможности математики для развития логического мышления и повышения компьютерной грамотности студентов;
- рассматривать на занятиях по информатике примеры математического содержания и математические модели, соответствующие специализации факультета;
- проводить некоторые практические занятия по высшей математике в компьютерных классах, используя вычислительные возможности компьютеров;
- применять компьютерные технологии для организации самостоятельной работы студентов по высшей математике, что способствует позитивному и мотивированному отношению к изучению этого предмета.

Современное понимание фундаментальности университетского образования предполагает его безусловную направленность на выявление глубинных связей между процессами, протекающими в окружающем нас мире, событиями и объектами, населяющими его, и является надежной основой воспитания в университетских

стенах високообразованих молодих людей. Інтеграція курсів вищої математики і інформатики сприяє підготовці компетентних спеціалістів з гнучким і різностороннім мисленням, дозволяє уникнути небезпек формалізації математичного освіти як на природних, так і на гуманітарних факультетах.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Холодная М.А.** Психология интеллекта: парадоксы исследования. – Томск: Изд-во Томск. ун-та. – М.: Изд-во “Барс”, 1997.
2. **Скатецкий В.Г.** Профессиональная направленность преподавания математики: Теоретический и практический аспекты. – Мн.: БГУ, 2000.
3. **Тимохович О.В.** Об особенностях преподавания математики на гуманитарных факультетах // Великие преобразователи естествознания: Жорес Алферов. XX юбилейные международные чтения: Тезисы докладов. – Мн.: БГУИР, 2004. – С. 390-392.
4. **Ерошенко В.А., Тимохович О.В.** Тест Тьюринга и компьютерная поддержка математического образования // Адукацыя і выхаванне. – 2004. – № 3. – С. 29-35.
5. **Барвенков С.А.** Компьютерные технологии в организации самостоятельной работы студентов-гуманитариев // Вышэйшая школа. – 2004. – № 4. – С. 35-37.

SUMMARY

An integrative approach to teaching mathematical and computer subjects is grounded. Some methodological peculiarities of practical realization of this conception at natural and humanitarian faculties are considered.